

BODEMKUNDIG INSTITUUT GRONINGEN.

VERSLAG EENER IN DECEMBER 1931 GEMAAKTE STUDIEREIS
NAAR BRESLAU, PRAAG EN ZURICH,

DOOR

Dr. S. B. HOOGHOUTD.

(Ingezonden 15 Februari 1932).

I. Doel van de reis.

Het doel van de reis was wel in de allereerste plaats kennis te nemen van de methoden, die in de verschillende instituten worden gebruikt om verschillende eigenschappen van den grond door zoogenaamde fysieke constanten te karakteriseren, dat wil dus zeggen in cijfers uit te drukken.

Vooraf was het de bedoeling na te gaan, in hoeverre verschillende onderzoekers er in geslaagd zijn de structuur van den grond of m. a. w. de wijze van verdeeling van de afzonderlijke gronddeeltjes over de ruimte, in cijfers vast te leggen. Naar het mij voorkomt is dit toch één van de belangrijkste problemen voor de meer fysieke afdeling van de Bodemkunde, daar immers de oplossing van dit probleem de mogelijkheid opent of althans aanmerkelijk verbetert tot bestudeering van tal van vraagstukken, die hetzij van rechtstreeks belang, hetzij van indirect belang zijn; in zooverre de oplossing van deze vraagstukken ten eerste gewenscht is voor het verkrijgen van een dieper inzicht in het gedrag en ontwikkeling van verschillende gronden.

Het is dan ook niet te verwonderen, dat in verschillende landen de onderzoekingen op dit gebied steeds talrijker worden. Zeer talrijk zijn b.v. reeds de onderzoekingen om uit de bepaling van enkele fysieke constanten de intensiteit van de benodigde ontwateringssytemen in verschillende gronden te kunnen aangeven. Het groote belang voor dergelijke methoden wordt direct duidelijk, wanneer men bedenkt, dat o. m. in Duitschland, Tsjecho-Slowakije en in Zwitserland meerdere malen groote gebieden (1000 ha en meer), gewoonlijk toebehoorende aan meerdere landbouwers, tegelijk worden gedraineerd en dus een juiste schatting van den meest economischen drainafstand en diepte van groot belang mag worden geacht.

Ook in ons land en o. a. in het Bodemkundig Instituut te Groningen zijn in den loop der jaren verschillende onderzoekingen verricht, om door het bepalen van verschillende constanten bepaalde eigenschappen van den grond — en daardoor de structuur van den grond in zijn natuurlijke ligging — in cijfers

vast te leggen. Speciaal kan in dit opzicht nog gewezen worden op een onderzoek naar de waarde van verschillende constanten (Volumegewicht, Poriëngehalte, Luchtcapaciteit, Doorlaatbaarheid) voor de karakteriseering van den grond in zijn natuurlijke ligging. De resultaten van dit onderzoek, dat in 1930 en 1931 verricht werd, zijn in de Verslagen van de Landbouwkundige Onderzoekingen van de Rijks Landbouwproefstations opgenomen (1932, n°. 37B). Zonder de resultaten van bovengenoemd onderzoek te willen bespreken, meen ik hier toch te moeten opmerken, hoe uit bovengenoemd onderzoek, dat nog slechts in den aanvang is afgesloten, reeds de moeilijkheid naar voren kwam, om de structuur van de Nederlandsche gronden in cijfers vast te leggen. Ondubbelzinnig is echter steeds naar voren gekomen, dat het des te beter gelukken zal de structuur van den grond in cijfers vast te leggen, naarmate de grond homogener is en naarmate de structuur van den grond de éénkorrelstructuur nadert. Dit moge b.v. reeds blijken uit het feit, dat voor zandgronden — afgezien van de bouwvoor — (homogeen en een éénkorrelstructuur benaderend) een samenhang gevonden werd tusschen de doorlaatbaarheid en de mechanische samenstelling, terwijl voor kleigronden (in het algemeen geen éénkorrelstructuur) de doorlaatbaarheid bij dezelfde mechanische samenstelling in het ééne geval 10 000 maal en meer grooter kan zijn dan in een ander geval.

Zooals reeds boven werd opgemerkt, zijn in het buitenland reeds vele onderzoekingen op dit gebied gedaan. In hoeverre de door deze onderzoekers bepaalde constanten den grond werkelijk karakteriseeren, is uit de literatuur vaak buitengewoon lastig te beoordeelen. Mede gezien het groote belang van deze methoden voor de karakteriseering van gronden, kwam hoe langer hoe sterker de wenschelijkheid naar voren, deze methoden in althans enkele laboratoria zelf te gaan bestudeeren.

In verband daarmee is door mij een studiereis gemaakt naar het Kulturtechnische Laboratorium van Prof. ZUNKER, hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Breslau; naar het Kulturtechnische Laboratorium van Dr. JANOTA, chef van de Kulturtechnische afdeling in het Landesamt te Praag en naar het Kulturtechnische Laboratorium van Prof. DISERENS, Hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Zürich.

Alvorens over te gaan tot een bespreking van de door mij opgedane ervaringen in de door mij bezochte laboratoria in bovengenoemde steden, wil ik nog opmerken, dat aan het slot van dit artikel een kort overzicht is toegevoegd van de wijze, waarop in de verschillende landen de grondverbeteringen (b.v. het aanbrengen van ontwateringssytemen, enz.) worden ter hand genomen. Voornamelijk is daarbij gedacht aan het geven van een

indruk in de wijze van organisatie en in de mate, waarin verschillende instituten, laboratoria, enz. bij de totstandkoming van deze grondverbetering zijn betrokken.

II. Bespreking van de bezochte laboratoria.

a. Breslau.

Het laboratorium voor kultuurtechniek van de Technische Hoogeschool te Breslau, directeur: Prof. Dr. Ing. F. ZUNKER, houdt zich, volgens de mededeeling van Prof. ZUNKER zelf, in de eerste plaats met de onderzoeking van meer theoretische vraagstukken bezig. Voornamelijk is het de bedoeling geweest, wetten op te stellen, die de doorlaatbaarheid van den grond voor water en lucht beheerschen. Deze wetten zijn dan later door Prof. ZUNKER aan verschillende voorbeelden getoetst. Ook voor andere verschijnselen, als b.v. de grootte van de negatieve capillariteitsdruk van water in verschillende gronden, zijn door hem theoretische formules opgesteld. Met de toetsing van deze laatste formules werd door hem juist een begin gemaakt in de week, waarin ik zijn laboratorium bezocht. Voor dit onderzoek heeft Prof. ZUNKER twee toestellen geconstrueerd; nl. één voor de bepaling van drukken tot een maximum bedrag van 76 cm kwik (modificatie toestel Versluys) en één voor grotere drukken, waarbij met samengeperste lucht zal worden gewerkt.

In al deze onderzoekingen is het nu het hoofddoel van Prof. ZUNKER geweest, den samenhang tusschen de verschillende fysische constanten, als b.v. de doorlaatbaarheid, de negatieve capillariteitsdruk, de hygroskopische, de bevochtigingswarmte, het vochtgehalte van luchtdroge gronden, de hardheid van luchtdroge gronden (uitgedrukt in boordiepten bij het gebruik van dezelfde boor en dezelfde belasting), het soortelijk gewicht, enz., met elkaar en vooral met de mechanische samenstelling te bepalen en in formules uit te drukken, hetgeen hem in alle gevallen is gelukt. De bedoeling van dit onderzoek was natuurlijk, omgekeerd al deze constanten voor willekeurige gronden uit de mechanische samenstelling te kunnen berekenen en het moet opgemerkt worden, dat een meer principieele oplossing van deze problemen, dan door Prof. ZUNKER gegeven is, nauwelijks denkbaar is.

Om den samenhang van bovengenoemde constanten met de mechanische samenstelling te kunnen bepalen, was het noodzakelijk, de resultaten van de mechanische analyse in één cijfer en niet in meerdere cijfers uit te drukken, zooals gewoonlijk geschiedt; b.v. a % deeltjes $< 2\mu$; b % deeltjes van $2 - 16\mu$; c % deeltjes van $16 - 76\mu$; d % deeltjes van $76 - 152\mu$ en e % deeltjes $< 152\mu$. Hiervoor koos Prof. ZUNKER het zgnde specifiek oppervlak (U) van de gronddeeltjes. Dit getal geeft nl. aan, hoeveel maal groter het opper-

vlak van de deeltjes is dan het oppervlak van eenzelfde gewichtshoeveelheid deeltjes van juist 1 mm korrelgrootte en van hetzelfde spec. gewicht en van denzelfden korrelvorm. Dit specifiek oppervlak (U) is uit de mechanische samenstelling te berekenen. Daar deze berekening tamelijk lastig en tijdrovend is en het specifiek oppervlak zeker in de eerste plaats bepaald wordt door het percentage van de kleinste deeltjes ($< 2\mu$)¹⁾, werd door hem de samenhang bepaald tusschen de uit de mechanische samenstelling berekende U en het percentage van de deeltjes kleiner dan 2μ , zoodat nu U voor een willekeurige grond met voldoende nauwkeurigheid berekend kan worden uit het percentage afslibbare deeltjes (kleiner dan 2μ).

Het is niet mogelijk hier nader op bijzonderheden in te gaan. De belangstellende lezer kan echter worden verwezen naar Deel VI van het „Handbuch der Bodenlehre“, uitgegeven door Dr. E. BLANK, blz. 66—221; waarin ook de oorspronkelijke literatuur is aangegeven. Ook kan worden verwezen naar de verschillende publicaties, die in den loop van den tijd in het tijdschrift „Der Kulturtechniker“ zijn verschenen.

Opgemerkt moet echter worden, dat Prof. ZUNKER steeds gewerkt heeft met gronden, die in het laboratorium in een volkomen homogenen toestand gebracht werden en waarbij aangenomen kon worden, dat deze gronden zich steeds in een éénkorrelstructuur hebben bevonden. Nu is het niet aan twijfel onderhevig, dat de grond in zijn natuurlijke ligging meer of minder heterogeen is, terwijl ook de structuur meer of minder van de éénkorrelstructuur zal afwijken. Nemen we in dit opzicht de gronden in Nederland in oogenschouw, dan blijkt de heterogeniteit in klei- en zavelgronden (mariene formatie), alsook de afwijkingen van de éénkorrelstructuur, zóó groot te zijn, dat het niet mogelijk zal zijn ook maar één van de Zunkersche formules op deze gronden te kunnen toepassen. Het is b.v. aan geen twijfel onderhevig, dat de doorlaatbaarheid van bovengenoemde kleigronden in geen enkel verband staat met de mechanische samenstelling, maar integendeel, waarschijnlijk juist rechtstreeks zal blijken samen te hangen met de afwijkingen van de éénkorrelstructuur, dat wil zeggen, met het aantal scheuren en scheurtjes, wormgangen, wortelgangen, enz. De benodigde drainafstand zal daarom in deze kleigronden in Nederland nooit bepaald kunnen worden uit hunne mechanische samenstelling. Wel is dit echter mogelijk in kleigronden (knikgronden en misschien rivierkleigronden; zie later), die een zoo dichte structuur hebben (geen scheuren, enz.), dat de éénkorrelstructuur benaderd wordt, zooals dit b.v. het geval schijnt te zijn in Bohemen. Op mijn vraag, hoe de gronden in Duitschland zich in dit opzicht gedragen, antwoordde Prof.

¹⁾ Van meer grove zandgronden kan op deze wijze het specifiek oppervlak niet bepaald worden, daar het gehalte aan deeltjes $< 2\mu$ te klein is.

ZUNKER, dat door hem in samenwerking met andere onderzoekers de waarde van verschillende constanten voor de bepaling van den drainafstand in verschillende gronden, die over geheel Duitschland verspreid lagen, is nagegaan (zie: *Eignung der mechanischen Verfahren zur Bestimmung der Drain-entfernung*; der *Kulturtechniker*, 1928, blz. 39; zie ook Band 1929, blz. 435). Uit dit onderzoek bleek, dat er b.v. tusschen den benoodigten drainafstand en de hygroscopiciteit of het percentage deeltjes $< 2\mu$ een verband bestond, hetgeen dus wil zeggen, dat de juiste drainafstand in deze gronden rechtstreeks uit de mechanische analyse afgeleid had kunnen worden. Zooals reeds boven werd uiteengezet, is dit resultaat alleen uit een zeer groote homogeniteit van deze gronden te verklaren. Bij een beoordeeling over de juistheid van deze onderzoekingen moet echter in aanmerking worden genomen, dat de beoordeeling van de werking van de drains in de verschillende velden niet heeft plaats gevonden op grond van oogstopbrengsten, terwijl bovendien op ieder afzonderlijk veld de drains alle op denzelfden onderlingen afstand lagen, hetgeen een objectieve beoordeeling, in hoeverre de gebruikte afstand te groot en vooral te klein is, zeer lastig, zoo niet onmogelijk maakt.

Bij de bespreking van de wijze van organisatie bij het aanbrengen van grondverbeteringen aan het slot van dit artikel, zal tevens blijken, dat — anders dan in Tsjecho-Slowakije — in de praktijk in Duitschland voor het schatten van de benoodigde drainafstanden, enz. geen grondmonsters naar het laboratorium voor verder onderzoek worden opgezonden, maar dat deze afstand wordt bepaald aan de hand van waarnemingen aan profielen van proefkuilen (± 1 per ha) en op grond van ervaringen van de praktijk.

De oorzaak daarvan bleek hierin te bestaan, dat men in de praktijk de heterogeniteit van de gronden te groot vindt om op bovenaangegeven methoden te durven vertrouwen.

Samengevat kan men misschien den toestand het beste aldus aangeven, dat in Duitschland (Silezië?) dit probleem nog niet op een afdoende wijze schijnt te zijn opgelost.

Hoe het ook zij, voor Nederlandsche klei- en zavelgronden kunnen deze door Prof. ZUNKER aangegeven methoden, naar het mij voorkomt, nooit eenige beteekenis krijgen, behalve misschien voor knik- en rivierkleigronden. Wel lijkt mij dit het geval bij zand- en zeer lichte zavelgronden, die ook in Nederland in hun natuurlijke ligging vrij homogeen zijn en meer of minder de één-korrelstructuur bezitten of althans benaderen (afgezien natuurlijk van de bouwvoor). Voor deze grondsoorten lijkt het mij ten zeerste gewenscht de door Prof. ZUNKER aangegeven formules te toetsen. Immers mocht blijken, dat ook voor onze zandgronden een samenhang bestaat tusschen de mechanische samenstelling eenerzijds en b.v. de doorlaatbaarheid (doorlaatbaarheids-

coëfficiënt), de negatieve capillariteitsdruk en nog een enkele andere, voor zandgronden belangrijke grootheid anderzijds (b.v. het „Volume des bewegliches Wassers”; d. i. het volumepercentage van den grond, waarin zich het water beweegt, als het naar diepere lagen afzakt; zie dit artikel onder „Zürich”), die in een formule tot uitdrukking is te brengen, dan zouden bovengenoemde grootheden uit de mechanische samenstelling berekend kunnen worden en niet telkens meer afzonderlijk bepaald behoeven te worden ¹⁾. Tevens is het dan mogelijk, rechtstreeksche berekeningen uit te voeren, ter oplossing van ontwaterings- en bewateringsvraagstukken op een wijze, zooals deze door Prof. DISERENS zijn aangegeven en in de practijk worden toegepast (alleen de ligging van de ondoorlatende laag en het volumegewicht moeten dan nog bepaald worden; zie dit verslag onder Hoofdstuk II, Zürich).

Afgezien van de meer landbouwkundige zijde van deze kwestie, lijkt mij dit onderzoek ook uit een oogpunt van materialenkennis van zeer groot belang. Voor dit onderzoek is het noodzakelijk, om voor een 50—100-tal zandgronden van zeer verschillende herkomst, enz. de mechanische samenstelling en de verschillende bovengenoemde constanten rechtstreeks te bepalen en den samenhang daar tusschen na te gaan. ²⁾

Naast bovengenoemde onderzoekingen worden in dit laboratorium ook andere vraagstukken onderzocht. Zoo is b.v. door Prof. ZUNKER een uitgebreid onderzoek gedaan om de normen te bepalen, waaraan goede drainbuizen moeten voldoen. Voor de literatuur daarover kan verwezen worden naar: Drainröhrenprüfungsergebnisse von Prof. Dr. Ing. ZUNKER; Der Kulturtechniker, 1930, blz. 403 en 605; zie ook: Deutsche Normen, Drainröhren, Kulturbauwesen, No. Din. 1180 en No. Din 1180, Beiblatt.

Tenslotte kan nog een uitgebreid onderzoek vermeld worden, dat door Prof. ZUNKER in samenwerking met Dr. STEINBRÜCK is verricht, om na te gaan in hoeverre het afvalwater van de stad Breslau, door berekening daarmede van proefvelden, de oogstopbrengsten van land- en tuinbouwproducten kan verhoogen. In dit onderzoek, dat in 1927 werd aangevangen, werden niet alleen de oogstvermeerderingen van de verschillende gewassen, maar tevens verschillende meer technische kwesties nagegaan. Wat het eerste gedeelte betreft, werden behalve de oogstvermeerdering ook andere gegevens bepaald, b.v. voor grasland de veranderingen in de samenstelling van het gras; voor suikerbieten de veranderingen in het suikergehalte en in alle gewassen in elk

¹⁾ Opgemerkt kan worden; dat eigen onderzoekingen reeds hebben uitgewezen, dat het zeer waarschijnlijk is, dat deze samenhang inderdaad bestaat.

²⁾ Met dit onderzoek is reeds een aanvang gemaakt.

Behalve de mechanische samenstelling zal ook de invloed van het humus- en kalkgehalte op deze constanten worden onderzocht.

geval de hoeveelheid door de planten opgenomen voedingsstoffen als P_2O_5 , K_2O , N, CaO . Wat de meer technische afdeeling betreft, werd o.a. nagegaan welke typen buizen (niet of wel geïmpregneerd, enz.) voor den aanvoer van het afvalwater het meest geschikt zijn en de grootste drukvastheid, enz. in den loop der jaren hebben behouden; welke koppelingen in de practijk het beste voldoen; welke systemen voor de meting van de hoeveelheid afvalwater, die men op het land laat regenen (± 300 mm jaarlijks) het beste bruikbaar zijn; welke regenapparaten (er werden 4 soorten geprobeerd) de soliedste zijn en de beste resultaten geven, enz.

Een kort, voorloopig verslag van dit onderzoek is reeds in het tijdschrift „Der Kulturtechniker” van 1931 (n°. 5) verschenen, terwijl een uitvoerige publicatie in 1932, waarschijnlijk eveneens in hetzelfde tijdschrift, zal uitkomen.

De belangstellende lezer moge op bovengenoemde publicatie worden gewezen. Alleen wil ik nog vermelden, dat in 't algemeen gebleken is, dat door berekening van den grond met dit afvalwater voor vrijwel alle gewassen een belangrijke stijging in de oogstopbrengsten kon worden verkregen.

Een kort bezoek werd nog gebracht aan het Agrikultuurchemisch Laboratorium van de Technische Hoogeschool te Breslau, waarvan Prof. Dr. EHRENBURG directeur is. Prof. EHRENBURG was tot mijn spijt niet aanwezig, zoodat ik werd rondgeleid door Prof. UNGERER. Met het oog op den korten beschikbaren tijd van dit bezoek was het mij slechts mogelijk, een vluchtigen indruk van dit laboratorium te krijgen. Naar ik begrepen heb, houdt dit laboratorium zich zoowel met meer theoretische als practische vraagstukken bezig. Van de eerstgenoemde moeten zeker genoemd worden de uitgebreide onderzoekingen van bodemkolloïden, waarbij vooral in den laatsten tijd adsorptievraagstukken van kolloïden van bepaalde deeltjesgrootte naar voren schijnen te komen. Om bodemkolloïden te krijgen van deeltjes van een bepaalde afmeting (b.v. $200-400 \mu$ enz.), wordt gebruik gemaakt van een groote centrifuge, die 5 L. suspensie kan bevatten en waarin kleine tusschenschotten zijn aangebracht om een afzonderlijke rotatiebeweging in de suspensie zelf te beletten, terwijl door een telwerk het aantal rotaties per minuut kan worden afgelezen. De aandrijving van de centrifuge geschiedt door een electromotor, die door een aantal voorschakelweerstandten nauwkeurig is te regelen, zoodat het verlangde aantal rotaties van de centrifuge met voldoende nauwkeurigheid is te bereiken. Wordt nu de centrifuge in rotatie gebracht, terwijl zich in de centrifuge een bepaalde hoeveelheid suspensie bevindt, dan wordt deze vloeistof in een vrijwel overal even dikke laag tegen den wand geslingerd, terwijl de vaste deeltjes, afhankelijk van de deeltjes grootte, met een meer

of minder groote snelheid tengevolge van de centrifugaal kracht naar den wand van de centrifuge worden gedreven. Is de snelheid van rotatie bekend, dan kan de versnelling van de centrifugaal kracht worden uitgerekend en door deze versnelling in de wet van Stokes inplaats van de versnelling van de zwaartekracht in te vullen, is de snelheid van deeltjes van bepaalde grootte uit te rekenen en daarmee is dus de dikte van de vloeistoflaag te berekenen, die na verloop van een zekeren tijd na het aanzetten van de centrifuge vrij is van deeltjes boven een bepaalde grootte. Deze laag wordt dan als 't ware van de geheele suspensielaag, die tegen den wand van de centrifuge is aangedrukt, afgeschild door gedurende de rotatie een op een bepaalde wijze gebouwd buisje in de centrifuge te brengen, waarvan de afstand tot den binnenwand van de centrifuge door middel van een micrometerschroef nauwkeurig is af te lezen en die dus de buitenste laag van de suspensie tot de berekende dikte opvangt en naar buiten afvoert. Door in een bepaalde hoeveelheid van deze suspensie het gewicht aan droge stof te bepalen, kan op een soortgelijke wijze, als dit bij de slibanalyse volgens de pipetmethode geschiedt, ook het percentage aan deeltjes van een bepaalde grootte worden berekend.

Wat de meer practische onderzoekingen betreft, kan nog worden medegedeeld, dat bij de N-bepalingen volgens KJELDAHL, die zeer veel in dit laboratorium worden uitgevoerd, in de plaats van kwik, 1 gram gekrist. CuSO_4 wordt gebruikt, daar — vooral als een groot aantal bepalingen worden gedaan — dit zeer veel goedkooper is. De uitkomsten zijn volmaakt dezelfde (zie ook: die Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 1931, blz. 155).

Tenslotte kan nog worden vermeld, dat ik, door de welwillende tussenkomst van Prof. ZUNKER, in kennis werd gebracht met den heer JACOB, Regierungsbaurat aan het Kulturbauamt te Breslau, die zoo welwillend was mij over de wijze van organisatie bij het aanbrengen van grondverbeteringen de noodige inlichtingen te willen geven (zie Hoofdstuk III).

b. Praag.

Kultuurtechnische afdeling en -laboratorium van het „Landesamt”; chef: Dr. JANOTA. Behalve met Dr. JANOTA heb ik ook zeer veel besproken met Ing. O. SOLNÁŘ, Baurat des Landeskulturrates für Böhmen.

Bovengenoemd laboratorium houdt zich uit den aard der zaak in de eerste plaats bezig met onderzoekingen van meer rechtstreeks practisch belang. Jaarlijks worden b.v. duizenden grondmonsters onderzocht en op grond van deze onderzoekingen (zie later) — verschillende andere factoren mede in aanmerking genomen — worden de benodigde afstand en diepte van de drainsystemen aangegeven. In de laatste jaren wordt namelijk de verbetering

van den bodem door verschillende kultuurtechnische maatregelen — voornamelijk het aanbrengen van kunstmatige ontwateringssystemen, het verbeteren van den loop of afvoer van beekjes, enz. — met groote kracht ter hand genomen. Vooral het aangeven van den juisten afstand en diepte van de drainreeksen, waarbij vooral ook economische factoren een rol spelen, wordt in dit land van het grootste gewicht geacht.

Zooals reeds boven is opgemerkt, worden de drainafstand en diepte uit het resultaat van het onderzoek van de grondmonsters afgeleid. Deze grondmonsters, die genomen worden uit profielen van proefkuilen, die op een regelmatig afstand in het te ontwateren land worden gegraven, worden gewoonlijk alleen genomen uit die lagen van de profielen, die uit de zwaarste grondsoorten bestaan (dus 1 of hoogstens 2 grondmonsters per profiel). De behandeling van deze grondmonsters is de volgende: De nog natte grondmonsters worden in het laboratorium op de radiatoren van de centrale verwarming gedroogd; vervolgens in een mortier fijn gestampt en door een 2 mm zeef gezeefd. Voor het mechanisch grondonderzoek wordt van deze fijne aarde 50 gram afgewogen in een porseleinen schaal en met ± 300 cc gedest. water eenigen tijd gekookt onder zoo nu en dan eens omroeren met een glasstaaf. Na afkoelen wordt de suspensie in het Kopecky-apparaat gebracht en in vier fracties geslibd (< 0.01 mm; $0.01-0.05$ mm; $0.05-0.1$ mm en $0.1-2.0$ mm). Bevat het grondmonster CaCO_3 , dan wordt ook dit mede bepaald; de vóórbehandeling van de slibanalyse blijft echter dezelfde. Humus is vrijwel nooit aanwezig, daar het grondmonster in geen geval uit de bouwvoor genomen wordt en de diepere lagen vrijwel nooit humus bevatten.

Meerdere onderzoekingen worden nu met deze grondmonsters vrijwel nooit uitgevoerd. Het was voor mij dan ook een groote verrassing, dat deze bepaling van de mechanische samenstelling voldoende was om den juisten drainafstand en diepte met voldoende nauwkeurigheid te kunnen aangeven. Alvorens eenigszins dieper in te gaan op de onderzoekingen, die deze methoden van onderzoek rechtvaardigen, wil ik nog eerst mededeelen, door welke factoren deze afstand, zij het ook slechts in een geringe mate, mede wordt beïnvloed.

Geringe variaties in dezen afstand en diepte worden namelijk aangebracht, naar gelang het te draineeren land ligt op een vlak terein, dan wel in het gebergte of op meer heuvelachtig terrein. Hierdoor zijn economische en klimatologische factoren mede in rekening gebracht, in zooverre op vlak terein (in de vlakten) met den relatief kleinsten regenval een intensievere kultuur (suikerbieten) mogelijk is dan op meer heuvelachtige of hooggelegen terreinen met een relatief grooteren regenval (graangewassen). De hooger of op heuvel-

achtige terreinen gelegen gronden worden nog onderverdeeld in primaire gronden (de grond bevindt zich nog op de onderlaag, waaruit het ontstaan is) en in secondaire gronden (onderlaag bestaat uit ander materiaal) en ook het feit of een grond tot het primaire- of wel tot het secondaire type behoort, heeft nog een geringe invloed op den juisten drainafstand en diepte. Voor de eventueele helling van het maaiveld wordt in bepaalde gevallen een kleine correctie aangebracht; dit is ook het geval, wanneer de grond koolzure kalk (CaCO_3), zeer veel ijzeroxyde (Fe_2O_3) of zeer veel humus bevat. Tabel I is vrijwel een getrouwe copie van de tabel, zooals die thans op de kultuurtechnische afdeling van het Landesamt te Praag wordt gebruikt, om hieruit met behulp van de mechanische samenstelling en onder het in aanmerking nemen van bovengenoemde factoren de benoodigde drainafstanden en diepten af te leiden. De in deze tabel I genoemde afstanden en diepten zijn gedeeltelijk uit de ervaringen op proefvelden verkregen en gedeeltelijk uit de ervaringen van de practijk opgesteld. De op deze wijze aangegeven drainafstanden en diepten hebben bevredigende resultaten gegeven; slechts zelden zijn gevallen voorgekomen, waarbij deze afstanden of diepten minder juist bleken te zijn.

Om de reeds eerder genoemde onderzoeken, die door Dr. JANOTA en medewerkers zijn ingesteld, te kunnen begrijpen, is het noodzakelijk, de verschillen tusschen de Tsjechische- en de Nederlandsche gronden duidelijk te laten uitkomen. Naar het mij voorkomt, is het in dit opzicht voldoende, enkele typische constanten van deze gronden met elkaar te vergelijken. In tabel II zijn enkele van deze gegevens voor Tsjechische gronden (nl. voor een kleigrond, een zavelgrond¹⁾ en een zandgrond) medegegeeld, waarbij nog kon worden opgemerkt, dat inderdaad deze cijfers kunnen worden geacht den gemiddelden toestand in deze verschillende grondtypen aan te geven.

Bij de zware kleigronden van Tabel II zien we dus, dat het gehalte aan afslibbare deeltjes, evenals het volumegewicht, naar diepere lagen toeneemt. Dit volumegewicht, dat zelfs in de bovenste lagen reeds zeer hoog is, stijgt in de dieper gelegen lagen tot waarden, die in ons land, zelfs in knikgronden en voor zoover bekend is, ook in rivierkleigronden (het hoogste volumegewicht, nl. 1.62, werd bepaald in een proefveld te Beesd), tot nu toe onbekend zijn²⁾ en die op zich zelf reeds duidelijk doen uitkomen, hoe compact deze kleigrond wel moet zijn.

Het poriëngehalte en het vochtgehalte nemen naar dieper gelegen lagen af. Dit vochtgehalte is in de bovenste lagen reeds geringer dan het vochtgehalte in overeenkomstige lagen in Nederlandsche kleigronden. Een zoo gering vocht-

¹⁾ Zavelgrond is hier gebruikt en zal ook in het vervolg gebruikt worden voor het Duitsche woord „Lehm”.

²⁾ Zie de op blz. 246 genoemde publicatie van Dr. HISSINK en schrijver dezes.

TABEL I.

Geldig voor normale gronden.

Type	Omschrijving naar mechanische samenstelling.	Vlak en laag gelegen terreinen (18 %) ¹⁾ . Landbouw intensief. (Suikerbieten) Relatief, ge- ringste hoeveel- heid neerslag.		Heuvelachtig en op grootere hoogten gelegen terreinen. Landbouw minder intensief. (Graangewassen) relatief, grootste hoeveelheid neerslag.			
				Secondair (36 %) ¹⁾ .		Primair (17,8 %) ¹⁾ .	
		Drainafstand en diepte in meters.					
		Afstand.	Diepte.	Afstand.	Diepte.	Afstand.	Diepte.
1	meer dan 60 % deeltjes < 0,01 mm.	8-9	0,9-1,1	8-10	1,0-1,1	8-9	0,8-0,9
2	50-60 % deeltjes < 0,01 mm. \geq 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	9-10	1,0-1,2	9-11	1,0-1,1	9-10	0,8-1,0
3	40-50 % deeltjes < 0,01 mm. < 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	9-11	1,1-1,2	10-11	1,0-1,1	10-11	0,8-1,0
4	40-50 % deeltjes < 0,01 mm. > 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	10-12	1,1-1,3	11-13	1,1-1,2	11-13	0,8-1,0
5	25-40 % deeltjes < 0,01 mm. < 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	12-14	1,1-1,3	12-14	1,1-1,2	13-14	0,9-1,1
6	25-40 % deeltjes < 0,01 mm. > 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	13-15	1,2-1,3	14-16	1,2-1,3	14-15	0,9-1,1
7	10-25 % deeltjes < 0,01 mm. > 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	15-17	1,2-1,3	16-18	1,2-1,3	16-18	0,9-1,1
8	10-25 % deeltjes < 0,01 mm. < 20% „ 0,01 — 0,05 mm.	18-20	1,0-1,2	18-20	1,0-1,2	18-20	0,9-1,1
9	< 10% deeltjes < 0,01mm	meer dan 20	0,8-1,0	meer dan 20	0,8-1,0	meer dan 20	0,8-1,0

¹⁾ Deze percentages zijn berekend op het totaal oppervlak van Tsjecho-Slowakije.

Opmerking: Bevat de grond meer dan 20 % CaCO_3 , dan wordt voor de types 1, 2 en 3 de afstand met 1 m vergroot; voor type 4, 5 en 6 met 1 tot 2 m, terwijl voor type 7, 8 en 9 geen verandering wordt aangebracht. Voor Fe_2O_3 bevattende gronden wordt voor type 1, 2, 3, 4 en 5 de afstand met 1 tot 2 m verkleind en voor type 6, 7, 8 en 9 met 1 meter.

Veel humus bevattende gronden komen weinig voor en worden individueel behandeld, terwijl voor Lössgrond alleen dan veranderingen worden aangebracht als de grond CaCO_3 bevat.

TABEL II.

Diepte onder maaiveld in cm.	Gehalte aan deeltjes 0,01 mm.	Volumegewicht.	Poriëngehalte.	Vochtgehalte in grammen water op 100 gram droge stof tijdens bemonstering.
------------------------------	-------------------------------	----------------	----------------	--

Profiel zware klei.

25	71,7	1,42	46	32,6
50	80,7	1,49	44	29,0
100	90,7	1,73	36,7	18,5
150	92,7	1,80	34,8	18,5

De klei op 100—150 cm diepte is 's zomers zeer hard en droog, zoodat zij alleen met een houweel kan worden losgeslagen; 's voorjaars is zij echter met een schop te bewerken.

Profiel „Lehmiger Boden” (holl. : zavelgrond).

25	± 40,0	1,2	53	26,0
50	± 40,0	1,3	47	24,0
125	± 40,0	1,7	36	21,0

Profiel „Lehmiger Sand bis Sandboden” (holl. : lichte zavel- tot zandgrond).

25	28,9	1,55	41	15,7
50	15,1	1,36	48,8	11,6
75	11,6	1,31	50,5	9,2

gehalte als van 18.5 gram per 100 gram droge stof in dieper gelegen lagen is in onze kleigronden nog nooit waargenomen en ook dit feit wijst reeds duidelijk op de totaal verschillende structuur en omstandigheden, waaronder deze gronden zich bevinden. Opgemerkt moet echter worden, dat onze knikgronden en mogelijk ook onze rivierkleigronden, met hunne veel dichtere ligging, meer met de Tsjechische gronden schijnen overeen te komen. De meer compacte ligging vindt zijn oorzaak waarschijnlijk in de, in verloop van een zeer langen tijd, optredende samenpersing (knikgrond) van den grond of (en) in de wijze van ontstaan, door bezinking uit electrolyt-arm water (rivierkleigronden en waarschijnlijk ook de Tsjechische gronden); zie onze reeds eerder genoemde publicatie blz. 156 en mede RAMANN, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Band 67, 1915, blz. 275.

Ook in de zavelgronden treden soortgelijke verschijnselen op (zie Tabel II).

Een voorbeeld van een echten zandgrond kan ik niet geven, daar op het laboratorium te Praag toevallig geen cijfers daarover beschikbaar waren. In de in Tabel II behandelde lichte zavel- tot zandigen grond staat de verandering van het volumegewicht en het poriëngehalte te veel onder den invloed van de verandering van de zwaarte van den grond, om hieruit iets te kunnen besluiten. Het vochtgehalte neemt echter ook hier in de dieper gelegen lagen af. Opgemerkt moet worden, dat het volumegewicht van de diepst gelegen en meest zandige laag het kleinste is en veel kleiner is dan het volumegewicht in dieper gelegen zavel- of kleilagen (zie Tabel II).

Samengevat blijkt dus, dat Nederlandsche klei- en zavelgronden (uitgezonderd misschien de knikgronden en de rivierkleigronden), voorzoover tot nu toe onderzocht, vrijwel tegenovergestelde eigenschappen hebben, daar immers in deze gronden in ons land het volumegewicht juist naar diepere lagen afneemt en nergens dergelijke hoge waarden bereikt, terwijl het poriëngehalte juist in dieper gelegen lagen toeneemt. Het vochtgehalte neemt, althans in marieneklei- of zavelprofielen van overal dezelfde mechanische samenstelling, juist naar diepere lagen toe, terwijl nergens een verband tusschen de mechanische samenstelling en de diepte van de betreffende lagen gevonden is. De verschillen tusschen de zandgronden zijn zeker het kleinste, waarbij er echter de aandacht op gevestigd moet worden, dat deze zandgronden een totaal anderen indruk maken (schilfertjes, plaatjes, enz.) en in de natuur sterk horizontaal gelaagd zijn.

Verder is nog van belang op te merken, dat in ons land juist in zandgronden de grootste volumegewichten bepaald worden.

Uit bovenmedegedeelde cijfers blijkt duidelijk, dat de grond in Tsjecho-Slowakije een zeer compacte ligging moet hebben. De structuur nadert dus de ééncorrelstructuur, terwijl de homogeniteit van den grond zeer groot is, daar scheuren, enz. niet voorkomen; althans niet in het voorjaar en in het najaar. De homogeniteit van deze gronden is dan zoo groot, dat het voldoende is, éénmaal te boren om uit de aldus, uit de verschillende lagen, verkregen grondmonsters met groote nauwkeurigheid b.v. het vochtgehalte, het Fe_2O_3 gehalte, enz. in de betreffende lagen te kunnen bepalen. Een tweede boring onder dezelfde omstandigheden (b.v. zelfde afstand tot een drainreeks, enz.) uitgevoerd, geeft dezelfde resultaten. Ook de luchtcapaciteits- en volumegewichtsbepalingen worden daarom dan ook maar in enkelvoud uitgevoerd.

Door Dr. JANOTA en medewerkers zijn nu in verloop van tijd in meer dan 1000 gronden luchtcapaciteitsbepalingen volgens KOPECKY gedaan. Deze bepaling, waarvan de wijze van uitvoering precies dezelfde was als door Dr.

HISSINK en mij is beschreven in onze reeds eerder genoemde publicatie (zie blz. 246), beoogt dus in den grond in haar natuurlijke ligging het aantal niet-capillaire ruimten te bepalen, die, uitgedrukt in volumeprocenten, de luchtcapaciteit wordt genoemd. Feitelijk wordt door deze methode de hoeveelheid vastgehouden water bepaald en de luchtcapaciteit berekend als het verschil tusschen het poriënvolume en de hoeveelheid vastgehouden water, uitgedrukt in volumeprocenten.

Deze luchtcapaciteit werd door Dr. JANOTA het doorlaatbaarheidsdeficit genoemd in zooverre immers de doorlaatbaarheid van den grond groter wordt naarmate de luchtcapaciteit toeneemt.

Het resultaat van al deze bepalingen was, dat de luchtcapaciteit in kleigronden zeer klein bleek te zijn; voor zavelgronden steeds groter werd, naarmate de gronden minder afslibbare deeltjes bevatten, terwijl voor zandgronden de luchtcapaciteit vrijwel gelijk was aan het poriënvolume. Dit resultaat wil dus zeggen, dat er een zeer eenvoudig verband bestaat, tusschen de mechanische samenstelling en de luchtcapaciteit van den grond, in zooverre de luchtcapaciteit en dus ook de doorlaatbaarheid van den grond groter wordt, naarmate de grond een grovere textuur bezit. Daar de benoodigde afstand van de drains rechtstreeks samenhangt met de doorlaatbaarheid van den grond, moet dus omgekeerd uit de mechanische samenstelling deze drainafstand ook kunnen worden aangegeven.

De diepte van de drains in de verschillende gronden werd door hen oorspronkelijk aangegeven op grond van deze overweging, dat dieper gelegen drains ook een diepere ontwatering tengevolge hebben (dus steunende op de zgnd. infiltratie-theorie; deze diepte was over 't algemeen nogal groot, nl. 1.30 m). Later is echter uit talrijke onderzoeken hoe langer hoe meer komen vast te staan, dat de waterhuishouding in de Tsjechische gronden niet in de eerste plaats door infiltratie van het regenwater wordt beheerscht, maar integendeel voornamelijk schijnt samen te hangen met condensatie- en verdampings-reacties (zgnd. condensatie-theorie).

De diepte van de drains wordt door hen tegenwoordig dan ook op grond van totaal andere overwegingen aangegeven, behalve misschien voor zavelgronden, waarin de oorspronkelijke diepte, op vlak terrein tenminste, nog vrijwel gelijk gebleven is. Gezien het feit, dat wel niemand in ons land aan de juistheid van de infiltratie-theorie twijfelt, of reden heeft, om daaraan te twifelen, lijkt het mij de moeite waard, wat dieper in te gaan op de onderzoeken en overwegingen die tot deze conclusie hebben geleid. Alvorens echter hierop nader in te gaan, wil ik nogmaals op het verschil tusschen Tsjechische en Nederlandsche gronden, ook ten opzichte van de resultaten van de luchtcapaciteitsbepalingen, wijzen.

Ook in Nederland zijn in eenige gronden (mariene formaties) luchtcapaciteitsbepalingen gedaan (zie onze reeds eerder genoemde publicatie blz. 246). Inderdaad komen ook in ons land kleigronden (knikachtige of slikachtige gronden) voor, waarvan de luchtcapaciteit nul is, en grove zandgronden, waarvan de luchtcapaciteit zeer groot is. Dit zijn echter uitzonderingen, en afgezien van deze twee typen gronden treedt, al naarmate de kleigrond sterker gescheurd, enz. is, een grootere luchtcapaciteit op (tot 30 volumeprocenten toe), terwijl de mechanische samenstelling vrijwel gelijk blijft. Ook voor zavelgronden treden dergelijke verschijnselen op, zoodat men naar mijn meening wel gerechtigd is, uit deze onderzoeken de conclusie te trekken, dat voor Nederlandsche mariene klei- of zavelgronden, tengevolge van het optreden van scheuren, wortelgangen, enz., geen verband tusschen de mechanische samenstelling en de luchtcapaciteit bestaat. In hoeverre onze knik- en rivierkleigronden hierop een uitzondering maken, is niet te zeggen, maar moet uit verdere onderzoeken blijken. In onze zandgronden bestaan, al naarmate de fijnheid, zelfs luchtcapaciteiten, die zeker practisch nul kunnen worden genoemd, zoodat in onze zandgronden ook deze verhouding veel ingewikkelder is dan die in de Tsjechische zandgronden. De door Dr. JANOTA en medewerkers in dit opzicht verkregen resultaten zijn dan ook alleen te verklaren, als deze zandgronden zeer grof zijn, hetgeen uit de mechanische samenstelling dan ook het geval bleek te zijn. Opgemerkt moet echter worden, dat zowel Prof. KOPECKY als Dr. SPIRHZANZL mij mededeelden, dat er ook zandgronden (waarschijnlijk dus met fijnere textuur) bestaan, waarin wel is waar nog steeds relatief groote luchtcapaciteiten aanwezig zijn, maar die toch nog heel wat kleiner kunnen zijn dan het poriënvolumē. Deze zandgronden schijnen echter slechts zelden voor te komen. In dit verband kan nog worden opgemerkt, dat tegenwoordig in het kultuurtechnisch laboratorium van Dr. JANOTA slechts zelden nog luchtcapaciteitsbepalingen (tegelijk ook volumegewichtsbepalingen) verricht worden. Dit geschiedt alleen voor meer wetenschappelijke onderzoeken of wanneer de aangegeven drainafstanden enz. minder goed bleken te hebben gewerkt (hetgeen slechts uiterst zelden is voorgekomen). In het laatste geval worden ook steeds vochtgehalten in de natuurlijke omstandigheden bepaald. Wordt nu het soortelijk gewicht van den grond bepaald en met behulp daarvan uit het volumegewicht ook het poriëngehalte berekend, dan is, wanneer de vochtgehalten in den grond in zijn natuurlijke ligging ook in volumeprocenten worden uitgedrukt, zeer gemakkelijk in te zien, of het laatste genoemde vochtgehalte grooter is dan het watervasthoudend vermogen, zooals die bij de luchtcapaciteitsbepalingen in volumeprocenten wordt aangegeven. Zeer duidelijk komt dit tot uiting als men deze resultaten op de bekende wijze in diagrammen aangeeft.

Welke zijn nu de redenen geweest, die er toe hebben geleid om aan de infiltratie van regenwater en zelfs aan de geheel daarmee samenhangende infiltratie-theorie een zoo totaal andere waarde te hechten dan in ons land tot heden het geval is? Deze redenen zijn uitvoerig in verschillende artikelen van Ing. O. SOLNAŘ uiteengezet (zie o.a.: die Bewegung des Wassers im Boden und die Wirkung der Drainagen, Sborník výzkumných ústavů zemědělských, Svazek 25, Praha 1927; Tsjechisch met Duitsche en Fransche samenvatting ¹⁾; zie ook Wasserwirtschaftlichen Mitteilungen des Deutschen Meliorationsverbanden für Böhmen, n°. 9, 1930). Op grond van theoretische overwegingen kwam Ing. SOLNAŘ tot de overtuiging, dat aan de juistheid van de infiltratie-theorie voor de Tsjechische-gronden moest worden getwijfeld. Op grond van de door MEZGER ontwikkelde condensatie-theorie kwam SOLNAŘ tot de overtuiging, dat de temperaturen in de verschillende lagen in den grond en vooral hunne verhouding tot de temperatuur van de buitenlucht en hunne veranderingen ²⁾ in den loop van een etmaal of een jaar wel eens in staat zouden zijn de verdeeling van het vocht en de veranderingen in deze vochtverdeeling op een betere wijze te verklaren dan met behulp van de infiltratie-theorie mogelijk is. Uitvoerig zijn daarom door hem de metingen van de temperatuur van de buitenlucht en van de lagen in den grond op een diepte van 0.05, 0.15, 0.30, 0.60 en 1.0 meter nagegaan. Deze temperaturen werden 3 maal daags, nl. op 7, 14 en 21 uur opgenomen. Uit de resultaten van deze metingen kwam hij tot de overtuiging, dat op grond van de door verschillende temperaturen ontstane dampstroomingen en daarmee van de mogelijkheid van condensatie of verdamping, de vochtverdeeling in den grond in groote lijnen kan worden verklaard. Deze vochtverdeeling, zooals zij namelijk aanwezig is in gedraineerde gronden, is niet of slechts moeilijk te verklaren met behulp van de infiltratie-theorie. Uit uitvoerige onderzoeken over de vochtverdeeling op verschillende diepten onder het maaiveld en op verschillende afstanden van de drainreeksen is namelijk gebleken, dat in klei- en zavelgronden het vochtgehalte boven de drainreeksen en op $\pm 30-50$ cm onder het maaiveld het grootste is, terwijl dit vochtgehalte met de diepte onder het maaiveld en met den afstand van de drainreeksen afneemt, zoodat het kleinste vochtgehalte gevonden werd midden tusschen de drains en op een gelijke diepte onder het maaiveld als de drainreeksen. Het kleinste vochtgehalte wordt dus juist daar gevonden, waar de invloed van de drains het kleinste is en waar volgens de infiltratie-theorie het vochtgehalte het grootste moest zijn. Behalve dat de wijze van verdeeling van het vochtgehalte niet

¹⁾ Een deutsche, getypte vertaling van dit artikel is in mijn bezit.

²⁾ Deze veranderingen zijn nogal groot en bedragen op een meter diepte in den loop van het jaar $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

door de infiltratie-theorie kan worden verklaard, is dit ook het geval met de wijze van verdeling van de phosphaten, het ijzeroxyde, enz. Ook bleek, dat op een ontwateringsproefveld, dat op verschillende diepten was gedraineerd, de ondieper gelegen drains soms meer soms minder water afvoerden dan de dieper gelegen drains. In enkele gevallen kon rechtstreeks worden aangetoond, dat het afgevoerde water afkomstig was van zoogenaamd „Schichtenwasser”, d. w. z. van water, dat tusschen ondoorlatende lagen als wateraderen door den grond stroomt. Een samenhang tusschen de afgevoerde hoeveelheid drainwater en den regenval kon niet worden aangetoond. Ook bleken ondiepe drains minder KNO_3 af te voeren dan dieper gelegen drains, hetwelk ook verklaard moet worden uit de omstandigheid, dat de drains water afvoeren, dat misschien van zeer ver afgelegen plekken afkomstig is. Al deze resultaten hebben de meening doen postvatten, dat infiltratie van het regenwater slechts in de bovenste lagen (tot een diepte van $\pm 30-40$ cm) voorkomt en dat de vochtdoordringing naar dieper gelegen lagen alleen mogelijk is door toestandsveranderingen in het systeem water-waterdamp (Het regenwater gaat dus over in waterdamp en dit door condensatie weer in water) en dat de drains dus niet dienen voor den afvoer van het naar diepere lagen afgezakte regenwater, dat op het veld zelf is gevallen, maar voor den afvoer van het „Schichtenwasser” en het z.g. oppervlaktewater en vooral ook voor het doen ontstaan van een betere luchtcirculatie met als gevolg een sneller reageeren van de temperatuur in den grond op die van de buitenlucht. De diepte van de drainreeksen moet dan ook door totaal andere factoren bepaald worden dan uit de infiltratie-theorie zouden volgen. Daar de drains dus voornamelijk dienen om de luchtcirculatie te vergrooten en om de temperatuurschommelingen in den grond die in de buitenlucht beter te laten volgen, is het duidelijk, dat de maximum diepte bepaald wordt door de diepte, tot waar de dagelijksche veranderingen in de temperatuur van de buitenlucht merkbaar zijn. Daar waarschijnlijk ook alle andere processen, die door klimatologische omstandigheden in die bovenste laag mogelijk zijn, bij deze laag ophouden, ontstaat op deze diepte een „verdichtete, illuviale Horizont”, die dus ook de maximum diepte van de drains bepaalt. Deze laag komt in de Tsjechische kleigronden op 80—100 cm diepte voor en dit is dus ook de reden, waarom heden geringere draindiepten in kleigronden als 1.30 m (zie tabel I) worden toegepast. Voor zavelgronden is deze diepte ± 1.30 m gebleven en het is mij niet recht duidelijk geworden, waarom hier aan een grotere diepte is vastgehouden, tenzij mijn indruk juist is, dat ofschoon men in 't algemeen (zie later) aan de condensatie-reacties (condensatietheorie) een groote waarde toekent, toch aan de infiltratie van regenwater een grooteren invloed toekent dan door Ing. SOLNÁŘ toelaatbaar wordt geacht. (Zie in dit verband ook de

inmiddels verschenen Verhandlungen der Sechsten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen 1932 Deel A, blz. 97—108.)

Ook voor zandgronden is men tot de meening gekomen, dat hier het regenwater niet dieper dan tot de bovenste lagen in den bodem dringt. Deze meening steunt op vochtbepalingen in een zandgrond, waar op 15 m afstand en 1.30 m diepte was gedraineerd. Ook in dezen grond neemt het vochtgehalte met de diepte af, om in de zoogenaamde „dooide” laag het kleinste te worden, waarna in diepere lagen het vochtgehalte weer grooter wordt. De vochtgehalten in deze doode laag bleven in het geheele jaar onveranderd en hieruit zou volgens Ing. SOLNAR volgen, dat het regenwater niet door deze laag heen-zakt. In dit verband kan ook nog gewezen worden op de door Ing. SOLNAR aangehaalde onderzoeken van Prof. LJUBOSLAVSKY in Rusland, die om de 14 dagen het vochtgehalte in de verschillende lagen van den grond heeft bepaald en ook nooit een verandering in deze laag heeft kunnen constateeren.

De in bovengenoemde zandgronden uitgevoerde onderzoeken werden ook vooral daarom uitgevoerd, omdat deze zandgrond te intensief bleek te zijn gedraineerd, waardoor de grond in den zomer te veel uitdroogde. Uit de vochtbepalingen bleek, dat in den zomer de doode laag zich sterk uitbreidde. De dikte van deze laag kon echter aanmerkelijk worden verkleind door in 't voorjaar de drains af te sluiten, zoodat het grondwater boven de drainbuizen kwam te staan. De capillaire aanvulling van uit het grondwater bleek dan sterk genoeg te zijn om de doode laag vrijwel geheel te doen verdwijnen. In 't vervolg worden dan ook voor zandgronden geringere diepten van de drainreeksen genomen, die betere resultaten hebben opgeleverd.

Tenslotte is de vraag te stellen of ook de condensatie-theorie in de gegeven omstandigheden den samenhang tusschen den drainafstand en de mechanische samenstelling kan verklaren. Het antwoord hierop is eenvoudig dit, dat uit de luchtcapaciteits-bepalingen is gebleken, dat bij kleigronden vrijwel alle ruimten met water gevuld bleven en dat naarmate de textuur, via de zavelgronden, langzamerhand grover werd, het aantal poriën, dat gevuld bleef, steeds afnam om tenslotte bij de zandgronden vrijwel nul te worden (Ook in de natuurlijke vochtomstandigheden is in kleigrond het grootste en in zandgrond het kleinste aantal poriën met water gevuld). Daar de totale hoeveelheid diffendeerende gassen grooter is, naarmate het aantal met water gevulde poriën kleiner wordt, en de snelheid van diffusie samen moet hangen met de luchtcapaciteit, zal het duidelijk zijn dat ook nu in kleigronden de kleinste afstanden en in zandgronden de grootste afstanden moeten worden genomen, hetgeen trouwens, zooals reeds eerder werd medegedeeld, ook in overeenstemming is met de verkregen ervaringen in de practijk en op de proefvelden.

Uit den aard der zaak, heb ik aan verschillende personen de vraag gesteld wat hun meening over bovengenoemde kwestie was. Ofschoon men aan de infiltratie van regenwater over 't algemeen een grootere waarde toekende, dan door Ing. SOLNÁŘ daaraan wordt gehecht (deze noemt de infiltratie-theorie zelfs een „nicht entschuldberen Irrtum”), waren toch allen van meening, dat de condensatie-reacties in de eerste plaats het vochtgehalte in de diepere lagen bepalen.

Een helaas slechts kort bezoek werd nog gebracht bij Prof. Dr. Ing. J. KOPECKÝ, den bekenden hoogleeraar voor de Bodemkunde aan de Technische Hoogeschool te Praag. Tot zijn spijt was Prof. KOPECKÝ door colleges en examens zoo in beslag genomen, dat hij mij slechts korten tijd kon ontvangen. Het Bodemkundig Laboratorium werd door mij nog bezichtigd.

Een iets langer bezoek werd nog gebracht aan de Agropedologische en Bioklimatologische afdeling en een kort bezoek aan de Biochemische afdeling van de „Forschungs-Instituten” te Praag.

Beide afdelingen werken voornamelijk in de practische richting, hetgeen echter niet beteekent, dat op deze afdeling grondmonsters en kunstmeststoffen voor de landbouwers worden onderzocht. Dit laatste gebeurt op de z.g. „Prüfungs-Instituten”, die vaak particuliere laboratoria van een vereniging van landbouwers zijn.

De Agropedologische en Bioklimatologische afdeling, waarvan Dr. Ing. J. SPIRHAŇZL de leider is, houdt zich in de eerste plaats bezig met het bodemkundig in kaart brengen van de provincie Bohemen. Dit geschiedt niet alleen op grond van de mechanische samenstelling, maar ook naar klimatologische omstandigheden, naar de profielen (b.v. Braunerden, Podsolierter Böden enz.). De grondmonsters, die uit de profielen van de proefkuilen genomen worden, worden niet alleen geslibd, maar hierin worden ook de pH, het humusgehalte, het CaCO_3 -gehalte en het gehalte van P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO , de sexquioxyden en N, in warme 10 % zoutzuur extracten, onderzocht. De gehalten aan sexquioxyden (vooral F_2O_3) zijn belangrijk, in zooverre zij den ouderdom van den grond aangeven; uit de mate, waarin deze oxyden aanwezig zijn, kan namelijk worden afgeleid, in hoeverre de grond in het profiel van het eene naar het andere type is overgegaan (b.v. overgang naar „Podsolierte Böden”).

Ook worden in den grond in zijn natuurlijke ligging enkele physische constanten bepaald. Deze zijn: het volumegewicht, het poriënvolume, het soortelijk gewicht, de luchtcapaciteit en het water- en luchtgehalte bij de monsternamen.

Al deze gegevens worden nu gedeeltelijk in kaarten, gedeeltelijk in tabellen weergegeven en door middel van lezingen in de verschillende gemeenten, die

in het onderzocht gebied liggen, aan de landbouwers uitgelegd, waarbij tevens de noodige raadgevingen worden gegeven.

In dit laboratorium worden ook hygroscopiciteitsbepalingen gedaan. Met het oog op een eventuele vergelijking met Nederlandsche gronden, volgen hieronder nog enkele cijfers, uitgedrukt in grammen water per 100 gram droge stof:

zware klei; 70 % deeltjes $< 10\mu$. hygroscopiciteit 10—13 gram.

zavel; ± 40 % deeltjes $< 10\mu$. „ 5—6 gram.

zand; minder dan 10 % deeltjes $< 10\mu$. „ 2—3 gram.

Behalve bovengenoemde onderzoeken worden natuurlijk ook andere vraagstukken onderzocht. Zoo zijn b.v. door Ing. M. MINÁŘ onderzoeken gedaan over „das Einfrieren und das Auftauen der Böden im Winter 1928/29 in Böhmen, Bulletin des Instituts des recherches agronomiques de la République Tchécoslovaque, n°. 43, 1930.

De Biochemische afdeeling, waarvoor Dr. A. NĚMEC chef is, houdt zich o.a. bezig met adsorptievraagstukken van den grond voor kunstmeststoffen, enz. Ook dienen nog de onderzoeken genoemd te worden om de hoeveelheid van de door de planten opneembare voedingsstoffen te bepalen. Uit den aard der zaak moeten in dit laboratorium dan ook zeer veel analyses worden uitgevoerd, hetgeen weer aanleiding is geweest tot het zoeken naar verbeterde en vooral snellere analyse-methoden. In dit verband moge b.v. genoemd worden een colorimetrische methode voor de bepaling van het in een citroenzuur oplossing (1 %) oplosbare phosphorzuur (zie Zeitschrift für Pflanzenernährung, enz. Teil A, Band 18 1930, blz. 315 en Band 21 1931, blz. 231). In hetzelfde tijdschrift, (Teil A, Band 16, 1930, blz. 354) zijn door Dr. NĚMEC enkele onderzoeken gepubliceerd over de Neubauer-methode; zie in dit verband ook: Untersuchungen über den Einfluss der phosphorsäure düngung auf das Wachstum der Forstpflanzen in den Kämpen; Bulletin des Instituts des recherches agronomiques de la République Tchécoslovaque, n°. 49, 1931. De bepaling van kalium in waterige extracten van gronden geschiedt titrimetrisch volgens de kalium-cobaltinitriet methode, zooals die is aangegeven door Dr. DIRKS, assistent van Prof. RÖMER in Halle (niet gepubliceerd). Volgens Dr. NĚMEC geeft deze methode, waaraan door hem nog enkele kleine verbeteringen zijn aangebracht, alleen dan goede resultaten, als de kalium-concentratie klein blijft; voor electrolyt-extracten (NH_4Cl extract b.v.) is deze methode niet geschikt. Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat ook in dit laboratorium bij de N-bepaling volgens KJELDAHL 1 gram CuSO_4 (water-vrij) als katalysator wordt gebruikt.

c. Zürich.

Het bezoek in Zürich gold in de eerste plaats Prof. E. DISERENS, hoogleeraar voor kultuurtechniek aan de Technische Hoogeschool en directeur van het kultuurtechnische laboratorium te Zürich.

In dit laboratorium worden zoowel meer naar de practijk gerichte, als meer theoretische vraagstukken onderzocht. Meestal hebben deze onderzoekingen betrekking op het maken van ontwerpen voor grondverbeteringen, welke gewoonlijk bestaan in het aanleggen van ontwateringssystemen, het verbeteren van den loop van kleine riviertjes, enz. In dit verband kan worden opgemerkt, dat alle met deze grondverbeteringen verbonden werkzaamheden door den kultuuringenieur moeten worden uitgevoerd, tot zelfs het bouwen van eenvoudige huizen toe. Een overzicht van het studieplan van den aanstaanden kultuuringenieur is aangegeven in „Protocol de la seizième conférence des ingénieurs ruraux”, blz. 34 e. v., Lausanne, 1920.

De in bovengenoemde projecten aangegeven ontwateringssystemen steunen op bepaalde onderzoekingen, die in den grond van het te ontwateren gebied worden uitgevoerd. Deze onderzoekingen bestaan voor verreweg het grootste gedeelte uit het opnemen van waterstanden en het nagaan van de veranderingen, die deze grondwaterstanden door natuurlijke oorzaken (b.v. door afvoer van water naar een nabij gelegen kanaal, enz.) of door kunstmatige oorzaken (b.v. door wegpompen van een constante hoeveelheid water uit een boorgat; z.g. pompproeven, enz.) ondergaan. Uit deze onderzoekingen kunnen namelijk, wanneer de door de kanalen, greppels, drains, enz. afgevoerde hoeveelheden water en de ligging van de z.g. ondoorlatende laag ten opzichte van het maaiveld bekend zijn, enkele typische constanten van den grond bepaald worden en omgekeerd, als deze constanten bekend zijn, weer de hoeveelheid water, die door de kanalen, slooten, drains, enz. wordt afgevoerd, worden berekend. Voor deze berekeningen wordt daarbij steeds gesteund op de wet van Dupuit-Darcy.

Het zou te ver voeren, al deze onderzoekingsmethoden uitvoerig te willen bespreken, hetgeen overigens ook niet noodig is, daar deze onderzoekingsmethoden en enkele toepassingen bij ontwateringsprojecten in een uitvoerig artikel van Prof. E. DISERENS zijn beschreven in de „Proceedings and Papers of the second international congress of soil science, Moskau, 1930 (deze verslagen verschijnen waarschijnlijk nog dit jaar); zie ook Sammlung der Vorträge des ersten Fortbildungskurses der Konferenz schweizerischer Kultuuringenieure vom 8 und 9 April 1926 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, blz. 139 e. v. Ofschoon ik dus van een uitvoerige behandeling van de onderzoekingsmethoden meen te moeten afzien, temeer daar daarvoor een groot aantal teekeningen en dus cliché's noodig zijn, lijkt het mij echter toch gewenscht een overzicht daarvan te geven.

De bovengenoemde berekeningen berusten feitelijk slechts op een beperkt aantal grootheden en op een herhaalde toepassing van de wet van Dupuit-Darcy.

Afgezien van de ligging van de ondoorlatende laag, die behalve door rechtstreeksche waarnemingen ook berekend kan worden uit bepaalde waarnemingen van grondwaterstanden en afgezien van de door de ontwaterings-systemen afgevoerde hoeveelheden water zijn, deze grootheden:

I) K = coefficient de filtration; gedefinieerd door de bekende wet van Dupuit-Darcy nl. $V = K \cdot \frac{h}{H} = K \cdot I$. Gewoonlijk wordt K de doorlaatbaarheidscoëfficiënt genoemd.

II) μ = coefficient de perméabilité, letterlijk vertaald dus: doorlaatbaarheidscoëfficiënt. Naar mijn meening is dit een eenigszins misleidende naam. Beter is de Duitsche benaming, nl. „Volume des beweglichen Wassers”, daar deze coëfficiënt de verhouding aangeeft tusschen het volume, waarin het water zich beweegt en het totaal volume van den grond. Zoo beteekent $\mu = 0.10$, dat het water slechts door 10 cm³ van iedere 100 cm³ grond stroomt.

III) μ = Hauteur capillaire; d.i. dus de negatieve capillariteitsdruk.

Deze drie grootheden zijn nu op verschillende manieren te bepalen en wel door middel van bepalingen in het laboratorium (dus niet in de natuurlijke structuur) en door middel van rechtstreeksche waarnemingen op het veld, waarbij de grond dus wel in zijn natuurlijke ligging wordt onderzocht.

Bij de bepalingen in het laboratorium wordt gebruik gemaakt, of van zeer groote glazen cylinders (1 m lang en 15—20 cm diameter), of van iets kleinere, nl. van de z.g. Mannesman-cylinders (30—40 cm lang en 10 cm diameter). Daar de methode principeel dezelfde is, kan worden volstaan met de beschrijving van de bepaling met behulp van de kleinere Mannesman-cylinders, waarbij echter moet worden opgemerkt, dat niet op technische bijzonderheden, die bij de uitvoering van de bepaling van belang zijn, is ingegaan.

Voor de uitvoering van deze bepaling worden de Mannesman-cylinders, die van onderen zijn afgesloten met een linnen lap, tot een bepaalde hoogte (H) gevuld met den natten grond. Op deze laag grond wordt nu water gebracht en de dikte van deze waterlaag (h_1) afgelezen op het oogenblik ($t = 0$), dat de eerste druppel in een onder den cylinder geplaatst bekerglas valt. Eventueel kan men door aanvulling van het water boven de kolom grond, dit water eerst een tijd door den grond laten stroomen, voordat met de meting wordt begonnen. Er wordt nu nagegaan, hoeveel water in bepaalde tijden door den grond heen is geloopen. De kolom water boven den grond in den

cylinder neemt daarbij dus voortdurend af. Is al het water, dat dus boven den grond in den cylinder aanwezig was, juist verdwenen, dan wordt de tijd (t_1) en de hoeveelheid water (E_1), die dan is doorgestroomd, opgenomen. Tot op dit oogenblik was dus $h = H + h_1 = > H$, terwijl op dit moment zelf $h = H$, aangezien $h_1 = 0$ wordt. Daarna zal ook nog water uit den grond vloeien, (dus $h < H$) doordat nu menisci in de capillairen ontstaan, die naar onderen zullen zakken, totdat zij zich op een hoogte η boven den onderkant van den kolomgrond in den cylinder bevinden ¹⁾. Heeft men ook nu weer na bepaalde tijden (b.v. na t_2 min. na den tijd t_1) de hoeveelheid water (E_2), die na de tijd t_1 is uitgevloeid, gemeten en tenslotte ook de totale hoeveelheid water (E), die na den tijd t_1 uit den grond kan stroomen, dan zijn uit deze metingen de 3 constanten te berekenen; immers voor $h > k$ is volgens de wet van Dupuit-Darcy:

$$-\frac{dh}{dt} = K \cdot \frac{h}{H}$$

Na integreren ontstaat hieruit:

$$K = \frac{H}{t} \ln \frac{h}{H}$$

en hieruit:

$$K = \frac{H}{t} \ln \left(1 + \frac{E_1}{HS} \right)$$

In deze formule geeft dus S de doorsnede van den cylinder aan.

In het andere geval als $h < H$ is:

$$-\frac{dh}{dt} = \frac{K}{\mu} \cdot \frac{h-\eta}{h}$$

Na integreren en na invulling van $\eta = H - \frac{E}{\mu S}$ ontstaat:

$$\mu = \frac{K S t_2 - E B - E_2}{H \cdot B \cdot S.}$$

Hierin is $B = \frac{E - E_2}{E}$.

Opgemerkt kan nog worden, dat door de totale hoeveelheid doorgestroomd water op de y as uit te zetten tegen den tijd, waarin die hoeveelheid is door-

¹⁾ Is η grooter dan H , dan moet een langere cylinder worden genomen. In dit verband kan men de vraag stellen, of het niet noodzakelijk is deze cylinders met den onderkant in water te plaatsen, waarbij dus de overgang water—grond—water wordt verkregen.

gestroomd op de x as, een kromme verkregen wordt, die bij het punt, waar de boven den grond staande kolom water juist verdwenen is, een meer of minder scherpe knik vertoont. Deze kromme laat zich voortreffelijk met behulp van een zelf registreerend toestel opnemen, waarbij met behulp van een drijver de stijging van het water in het onder den cylinder geplaatst beker-glas in verloop van tijd wordt bepaald.

Deze constanten zijn nu ook te bepalen uit waarnemingen, die op het veld zelf worden gedaan.

Zoo is K te berekenen:

- I. Uit pompproeven, waarbij dus de stand van het grondwater op verschillende afstanden van het boorgat wordt nagegaan, in verband met de bij iedere bepaling constant blijvende hoeveelheid water, die uit het boorgat wordt gepompt.
- II. Uit de snelheid, waarmede in boorgaten het water stijgt, nadat de oorspronkelijke stand van het water door uitpompen tot een bepaalden stand is verlaagd. Dit is de zgnd. „Sonde”-methode. Daar deze methode door Prof. DISERENS wordt gebruikt voor het bepalen van den drainafstand, kan worden opgemerkt, dat uit deze bepalingen een grootheid A , uit de betrekking $A = \frac{1000}{Ht} \log \frac{y_0}{y}$ ¹⁾ is af te leiden, die evenredig is met k . De verhouding tusschen A en k is door Prof. DISERENS bepaald door op eenzelfde terrein telkens A en k te bepalen. Het bleek, dat als $A = 1$, is $k = 2.5 \cdot 10$ M sec., en als $A = 4$, is $k = 10^{-5}$ M. sec., enz. Uit ervaringen uit de practijk (dus niet met behulp van drainageproefvelden) is nu gebleken, dat de benodigde drainafstand $E = 15 \sqrt{A}$ moet zijn als de diepte van de drains 1.5 M. is en $E = 12 \sqrt{A}$ als de diepte 1.2 M. is. Hierbij moet nog worden opgemerkt, dat A is bepaald in boorgaten van 20 cm diameter.
- III. Uit de hangkromme van het grondwater naar een sloot, greppel, drain, enz., wanneer de afgevoerde hoeveelheid water per strekkenden meter en van een kant komend ($= Q$) bekend is.
- IV. Uit de elliptische hangkromme van het grondwater tusschen 2 drains, 2 greppels, enz.
- V. Uit de dagelijksche veranderingen van den grondwaterstand, wanneer μ en η bekend zijn.

¹⁾ De grootheid H beteekent hier de hoogte van den grondwaterstand boven den bodem van het boorgat en wordt uitgedrukt in meters; y en y_0 zijn resp. de standen van het water in het boorgat boven den bodem van het boorgat op den tijd $t = 0$ en $t = t$. De tijd t is aangegeven in minuten.

Is k bekend, dan kan, zoowel voor het geval, dat slechts 1 drain, greppel, sloot, enz. aanwezig is, als voor het geval dat 2 drains, greppels, slooten, enz. op een bepaalden afstand aanwezig zijn, μ , Q , H en de veranderingen die Q en H in verloop van tijd ondergaan, wanneer geen regen valt en geen verdamping optreedt, worden berekend.

In dit verband kan nog worden opgemerkt, dat de overeenstemming tusschen de op verschillende wijzen bepaalde k -waarden verrassend goed is, vooral als men bedenkt, dat voor de berekeningen verschillende vereenvoudigingen zijn aangenomen. Zelfs de k -waarden, die met behulp van de cylindrs in het laboratorium worden bepaald, kloppen met de k waarde op het veld verkregen, ofschoon dit alleen geldt voor zandgronden.

Het is niet mijn bedoeling geweest naar volledigheid te streven. Wel meende ik er de nadruk op te moeten leggen, dat ook uit de waarnemingen van grondwaterstanden belangrijke constanten voor den grond in zijn natuurlijke ligging zijn te berekenen.

Beschouwen we bovenstaande bepalingen eens uit een oogpunt van de mogelijkheid en het nut van toepassing in Nederlandsche gronden, dan kan worden opgemerkt, dat voor zandgronden het voordeel van de laboratoriummethoden (bv. met behulp van de Mannesman-cylinders) alleen daarin gelegen is, dat het de mogelijkheid biedt, tegelijk met k ook μ en η te bepalen, wanneer althans η niet te groot is. Gelukt het echter de geldigheid van de Zunkersche of dergelijke formules voor onze zandgronden aan te toonen, zoodat uit de mechanische analyse deze grootheden met voldoende zekerheid berekend kunnen worden, dan verdient deze laatste methode verre de voorkeur. Dit neemt niet weg, dat de methoden, om uit grondwaterstandswaarnemingen verschillende constanten te berekenen, mij een onderzoek ten volle waard lijken, daar dan ook een vergelijk tusschen de op het laboratorium en de in den grond in zijn natuurlijke ligging bepaalde k - en μ -waarden mogelijk is. Ook voor bewateringsvraagstukken zijn deze methoden van groot belang, in zooverre het ook hier immers zandgronden betreft, die ook in hun natuurlijke ligging homogeen zijn.

Voor klei- en zavelgronden zijn de laboratoriummethoden met behulp van de Mannesman- of andere cylindrs zeker totaal onbruikbaar, daar practisch gesproken hiermede geen bepalingen met grond in zijn natuurlijke ligging mogelijk zijn. Wel zijn de methoden met behulp van grondwaterstandswaarnemingen van veel belang. Zijn er immers al ontwateringssystemen (bv. greppels, enz.) in den grond aanwezig, dan zijn met behulp van grondwaterstandswaarnemingen, hoeveelheden afgevoerd water, enz. zeer goed k -bepalingen te doen en tegelijk is daardoor de invloed na te gaan, die verschillende oorzaken (bv. uitdroging, enz.) op deze doorlaatbaarheid uitoefenen. Zijn er

nog geen ontwateringssystemen in het land aanwezig, dan is de zgnd. „Sonde”-methode van veel belang, daar deze eenvoudig en snel is uit te voeren, terwijl één bepaling direct kan gelden als een gemiddelde van een vrij groot oppervlak, daar immers het water van alle zijden naar het boorgat toestroomt. Vooral door combinatie van deze methode met de op ons instituut gebruikte methode, kan naar het mij voorkomt, nog veel worden verwacht, om de kwestie van het uitdrukken van de structuur van den grond in cijfers tot een oplossing te brengen.¹⁾ Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat μ voor klei- en zavelgronden een belangrijke grootheid is. Daar in de meeste kleigronden het water alleen stroomt in de niet-capillaire ruimten, is μ dus in deze gronden gelijk te stellen aan de luchtcapaciteit en aan de drainage-coëfficiënt van Dr. ENGELHARDT, daar deze laatste feitelijk ook niets anders bepaalt dan de luchtcapaciteit.

Een kort bezoek werd nog gebracht aan het agricultuur-chemisch Laboratorium van Prof. WIEGNER, hoogleeraar aan de Technische Hoogeschool te Zürich.

Dit laboratorium is voornamelijk bekend geworden door de talrijke onderzoeken, die Prof. WIEGNER met zijn leerlingen op meer colloïd-chemisch gebied heeft uitgevoerd; zoo kunnen bij voorbeeld de onderzoeken genoemd worden over de ionenuitwisseling bij kolloïdale klei- en permutiet-oplossingen; over coagulatie-verschijnselen, over het „suspensoid-effect”, enz. Deze dikwijls zeer opmerkelijke onderzoeken kunnen echter als bekend genoeg worden verondersteld om hier nog te worden besproken.

Ook op ander gebied worden natuurlijk onderzoeken verricht. In dit verband is misschien nog van interesse te noemen: „Chemische Einflüsse auf Zement und Beton im Boden”. Bericht über die in Verbindung mit der Eidg. Materialprüfungsanstalt in Zürich ausgeführten Arbeiten der Schweizerischen Kommission zur Prüfung des Verhaltens der Zementröhren in Meliorationsboden.

Tenslotte werd nog een bezoek gebracht aan het Meliorationsamt in Zürich. De directeur van dit Instituut, Ir. E. KELLER, was zoo vriendelijk, mij enkele inlichtingen te willen geven, die onder Hoofdstuk III van dit verslag besproken zijn.

III. Organisatie bij het aanbrengen van grondverbeteringen.

a. Breslau.

Wanneer een bepaald gebied een grondverbetering noodig heeft, bv. het aanleggen van kunstmatige ontwateringssystemen als het aanbrengen van

¹⁾ De beide laatstgenoemde methoden zijn reeds in verschillende gevallen toegepast. Het bleek echter noodig te zijn voor beide methoden de mathematische formuleeringen uit te breiden voor heterogene gronden.

drainbuizen, het graven van kanalen, het verbeteren van den waterloop in beekjes, enz., dan hangt het van verschillende omstandigheden af, welke weg daarvoor kan of moet worden ingeslagen.

Voor grootere particuliere bezittingen kan natuurlijk door iedere particuliere maatschappij een ontwerp voor het aanbrengen van drainbuizen, enz. worden ontworpen en uitgevoerd. Desgewenscht kan het „Kulturbauamt” een advies over dit ontwerp geven of inlichtingen verstrekken over de bekwaamheid van deze maatschappij om het werk goed te kunnen uitvoeren.

Anders wordt het, wanneer gronden, toebehoorende aan verschillende eigenaren, een kunstmatige ontwatering behoeven. De volgorde in de behandeling en uitvoering van dit geval is dan aldus, dat ook nu een particuliere maatschappij een ontwerp voor het geheele gebied maakt. Het „Kulturbauamt” geeft in zooverre advies, dat zij er voor zorgt, dat een goed bekend staande maatschappij dit ontwerp maakt, daar het voor het vormen van een waterschap noodzakelijk is, dat een goed ontwerp aanwezig is. Dit ontwerp wordt nu in technisch opzicht ook nog op het „Kulturbauamt” onderzocht, waarbij dus wordt nagegaan, in hoeverre o.m. een goede afstand, diepte, helling, richting, enz. voor de drainreeksen genomen is (beoordeeling naar ervaringen in de praktijk).

De opstelling van dit ontwerp geschiedt dus door ingenieurs, die bij de betreffende maatschappij in dienst zijn en die een speciale vakopleiding daarvoor hebben ontvangen op een hogere vakschool (Kulturbauschule; te vergelijken met onze Middelbare Technische scholen, maar dan speciaal voor kultuurtechniek). Behalve de noodzakelijke opmetingen, enz., wordt door hen ook de benodigde drainafstand en diepte geschat door beoordeeling van den grond in de profielen van proefkuilen. Grondmonsters worden, noch door hen, noch door anderen onderzocht. De beoordeeling van de benodigde intensiteit van de ontwateringssystemen geschiedt dus alleen naar praktische ervaringen.

Voor een klein ontwerp is het voldoende, dat het „Kulturbauamt” dit goedkeurt; voor een groot ontwerp is het noodzakelijk, dat ook de „Regierungs-Präsident” (hoofd van een „Regierungsbezirk”) dit goedkeurt, terwijl voor zeer groote ontwerpen ook nog de goedkeuring van het „Landwirtschaft Ministerium” noodig is.

Is het ontwerp goedgekeurd, dan draagt de „Regierungs-Präsident” aan een „Kommissar” de vorming en leiding van de „Wassergenossenschaft” op en deze laatste noodigt nu de bezitters van de landerijen tot de zoogenaamde „Abstimmungstermin” uit. De bezitters van de landerijen krijgen dus gelegenheid, over het ontwerp te stemmen. Het ontwerp wordt aangenomen geacht te zijn, wanneer de meerderheid het er mee eens is. Deze meerderheid

is niet eenvoudig de grootste helft stemmen, maar wordt mede bepaald door de grootte en de waarde van de landerijen, die de verschillende stemgerechtigden toebehooren. Is het ontwerp door allen aangenomen (een minderheid kan onder bepaalde omstandigheden tot deelname worden gedwongen) dan legt de „Kommissar” de acte daarvan aan de „Regierungs-Präsident” voor en deze verklaart vervolgens, dat de „Wassergenossenschaft” gevormd kan worden. De rechten en plichten worden dan in de statuten vastgelegd volgens een schema, dat door de „Regierungs-Präsident” wordt afgegeven en dat natuurlijk samenhangt met hetgeen daarover vermeld staat in „das Preussische Wassergesetz”. Is ook dit in orde gekomen, dan draagt de „Regierungs-Präsident” aan den „Landrat” (hoofd van de „Landkreise”, waarin de landerijen gelegen zijn) op, te zorgen, dat het ontwerp wordt uitgevoerd.

b. Praag.

Voor het aanbrengen van grondverbeteringen door kultuurtechnische maatregelen is een kultuurtechnische dienst ingesteld. Deze ressorteert onder het Ministerie van Landbouw; hoofd van deze afdeeling is Dr. Ing. J. HORÁK. De afdeeling voor kultuurtechniek, waarvan Dr. JANOTA chef is, is een onderdeel van deze afdeeling van het Ministerie van Landbouw.

Deze kultuurtechnische dienst omvat:

1°. Grondverbeteringen. Dit is wel de hoofdzaak.

2°. Landbouwwerktuigen, gebouwen, enz.

Onder sub I vallen: ontwaterings- en bewateringsvraagstukken; het mergelen van zandgronden (de mergel is kleihoudend en bevat CaCO_3); de drinkwatervoorziening in de groote steden en op het platteland en de regulering van kleine riviertjes, enz.

De uitvoering van het aanbrengen van verbeteringen in den waterstaatkundigen toestand geschiedt aldus: De belanghebbenden vormen in de eerste plaats een „Wassergenossenschaft”. Dit waterschap roept dan de hulp in van de kultuurtechnische afdeeling, d. w. z. zij verzoekt om een ambtelijke bezichtiging van de terreinen. Deze afdeeling zendt een „Bauingenieur” ter bestudeering van de kwestie, die een voorloopig plan opmaakt. Dan komt de zaak in handen van een particulier „Kulturingenieur”, die het plan nader uitwerkt. Gewoonlijk is het bij het aanbrengen van grondverbeteringen niet alleen een kwestie van drainage, maar ook van het regelen van den waterstand van riviertjes, enz. Ook worden door dezen „Kulturingenieur” grondmonsters genomen. Feitelijk diende dit door ambtenaren van de kultuurtechnische afdeeling te geschieden, maar deze dienst voor de provincie Bohemen (dus de afdeeling van Dr. JANOTA) is te zeer met werk overladen om dit te

kunnen uitvoeren; in de andere provincies, nl. Moravië, Slowakije en Karpaten-Rusland, wordt dit werk echter steeds door de ambtenaren van de kultuurtechnische afdeeling uitgevoerd. Opgemerkt kan hierbij nog worden, dat iedere provincie zoowel een „Landesamt” als een „Forschungsinstitut” bezit, welke voor de provincie Bohemen althans in zeer ruime gebouwen gehuisvest zijn. Het grondonderzoek geschiedt evenwel steeds in de kultuurtechnische afdeeling en dus te Praag in de afdeeling van Dr. JANOTA. Op grond van de resultaten van dit onderzoek worden dan de maatregelen voor de grondverbeteringen aangegeven, die dus in hoofdzaak neerkomen op het aangeven van de diepten en afstanden van de drainreeksen (zie verder Hoofdstuk II onder „Praag”).

Het definitieve plan wordt tenslotte met een kostenberekening van den particulieren kulturingenieur bij het Ministerie van Landbouw ingediend. Wordt dit plan aangenomen, dan betalen: de provincie 15 %, de Staat 25 % en de eigenaren 60 % van de kosten.

De uitvoering van het werk geschiedt door de eigenaren onder toezicht van staatsingenieurs.

Tenslotte nog enkele opmerkingen.

De „Kulturingenieurs” krijgen hun opleiding aan de Technische Hoogeschool te Praag en wel een opleiding, die meer met die van de ingenieurs aan de Technische Hoogeschool te Delft overeen schijnt te komen dan met die van de landbouwkundige ingenieurs aan de Landbouw Hoogeschool te Wageningen. Zij krijgen echter voldoende onderwijs in de bodemkunde om voldoende daarmede op de hoogte te zijn.

Ook bestaat in Tsjecho-Slowakije een opleiding voor hulppersoneel van den kultuurtechnischen dienst. Deze opleiding vindt plaats in een viertal „Meliorationsschulen”, nl. twee te Praag, één te Brünn en één in Slowakije. De leerlingen krijgen op deze scholen 2 jaar onderwijs (leeftijd der leerlingen van ongeveer 14 tot 16 jaar).

c. Zürich.

De organisatie, enz. voor het aanbrengen van grondverbeteringen, dus het zgnd. „Meliorationswesen” is door den voorganger van Ir. KELLER, nl. door Ir. J. GIRSBERGER in „das Meliorationswesen im Kanton Zürich” (gedrukt door J. LEEMANN, v/h J. SCHABELETTZ te Zürich in 1914) uitvoerig besproken, zoodat naar deze verhandeling kan worden verwezen.

Enkele meer algemeene opmerkingen van Ir. KELLER, de tegenwoordige directeur van het Meliorationsamt te Zürich, lijken mij echter de moeite waard, om nog te worden vermeld. In den loop van den tijd zijn namelijk

pogingen aangewend om met behulp van de mechanische samenstelling van den grond den drainafstand en de diepte te bepalen. Het bleek echter, dat de grond daarvoor te heterogeen was, daar in de practijk onjuiste resultaten met deze methode werden verkregen. Een eenvoudig verband tusschen den drainafstand en de mechanische samenstelling, zooals dat in Tsjecho-Slowakije was gevonden, bestaat in Zwitserland dus blijkbaar niet. Wel is waar worden ook nu nog slibanalyses uitgevoerd, maar deze dienen meer om een indruk van de zwaarte van den grond te krijgen. De drainafstand en de diepte (1.3—1.5 m) worden nu bepaald naar de ervaringen in de practijk met soortgelijke gronden en natuurlijk ook naar de beoordeelingen van profielen in proefkuilen; zij worden dus niet bepaald uit de doorlaatbaarheid van den grond, zooals deze door Prof. DISERENS wordt bepaald en voor den drainafstand in rekening wordt gebracht. Deze drainafstanden varieren in zavelachtige gronden (30—50 % deeltjes < 0.01 mm), die verreweg het meeste voorkomen, van 16—18 M; zij blijven dus binnen betrekkelijk nauwe grenzen, hetgeen overigens wijst op een betrekkelijk groote homogeniteit. Zandgronden worden alleen dan gedraineerd, als, door ondiep gelegen, ondoorlatende lagen het grondwater te hoog staat. De drainafstand in deze gronden bedraagt 25, 30 en meer meter, afhankelijk van de bijzondere ligging van het land. Zware kleigronden komen slechts zelden voor en zijn altijd slecht doorlatend.

Een assistent van Prof. DISERENS deelde mij nog mede, dat niet in ieder kanton een „Meliorationsamt” aanwezig is. Is een dergelijke instelling wel aanwezig, dan moeten in het betreffende kanton alle ontwerpen door dit bureau worden gemaakt, wanneer de betreffende landeigenaren in aanmerking willen komen voor een bijdrage in de kosten van het kanton en van den Staat. Is echter een dergelijk bureau niet aanwezig, dan wordt het ontwerp door een particulier „Kulturingenieur” opgesteld en onder diens leiding uitgevoerd, waarvoor deze ingenieur een vergoeding van totaal 6 % van de bouwkosten wordt toegekend.

Mocht door deze regeling een iets intensievere ontwatering tot stand komen, dan bepaald noodig is, dan oefent dit geen nadeeligen invloed op de oogst-opbrengsten uit, daar een te sterke uitdroging van den grond tegenvolgt van een te intensieve drainage niet mogelijk is (groote regenval).

Aan het slot veroorloof ik mij, den Directeur van het Bodemkundig Instituut, Dr. D. J. HISSINK, mijn dank voor de ondervonden steun en voorlichting te betuigen.